

近畿・四国地方における非火山性温泉水の河川に与える影響評価

西森 智幸*・穴澤 活郎*

*東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻

はじめに

世界的に温泉国として知られるわが国には、現在 30,000 に近い温泉が存在しており、非常に身近なものとなっている。掘削技術の向上に加え、村おこし運動による温泉開発が活発に行われた結果、源泉数はこの 50 年で約 2 倍に増加した。源泉数の増加により、排水の影響、温泉の枯渇、地盤沈下などが懸念されるようになった。そこで環境省は平成 21 年に「温泉資源の保護に関するガイドライン」を策定した¹⁾。ガイドラインでは温泉排水に関して「温泉の放流により、公共用水域等において、環境基準に定める項目の濃度が相当程度に上昇し、環境基準値超となる場合には、公益侵害に該当すると解する可能である」とした上で、塩分濃度に関する基準値が定められていないことを問題視しており、また「温泉に関するデータの収集・整理・解析を推進するとともに、それらの結果を公表することが極めて重要」としている。そこで本研究では古くから利用されている火山地域の温泉ではなく、近年大深度掘削が集中的に行われている近畿・四国地方に分布する非火山性の温泉に着目し、その化学成分に基づき分布傾向および河川水質への影響を検討した。

1. 解析データおよび解析方法

温泉の地域分布および化学成分の分析値は、近畿 2 府 5 県、四国 4 県の自治体および保健所が所有する既存データから計 1,322 件を入手した。それらのデータからイオンバランスの誤差が 8%以内に入るもののみを抽出した。さらに住所情報が不足しているものに関しては GoogleEarth または温泉施設ホームページより補完した。抽出された 1,178 件の温泉データから主要な陽イオンと陰イオンの組み合わせの判定を行った。さらに多変量解析を用いて溶存成分による温泉の分類を行い、また住所情報を緯度経度情報に変換し、GIS ソフトを用いて温泉の地域分布の傾向を検討した。

河川水質への影響を定量的に判断するため、温泉の湧

出量と河川の流量から各温泉成分の河川成分への負荷量を算出した。このとき流量データは日本河川協会が作成した流量年表から引用した。

2. 結果および考察

近畿・四国地方の温泉では、 Na^+ と HCO_3^- を高濃度で含有するものが多く、次いで Na^+ と Cl^- を高濃度で含有するものが多く見られた。これらの温泉について主成分分析法による分類を試みた。このとき化石海水や海水を起源とする温泉が含まれることが予想されるので、海水成分を基準とした過剰量 (EXCESS)、濃縮係数 (EF) の値を算出・検討した。

過剰量計算により得られた非海水起源成分の挙動については SO_4^{2-} と Mg^{2+} に高相関が見られた。特にこの相関関係は兵庫県南東部に存在する有馬温泉で見られた。一方で SO_4^{2-} と Ca^{2+} ではほとんど相関が見られなかった。

また河川水量に対する温泉水量の平均負荷は 0.7 (± 1.3) % であった。溶存成分ではどの河川でも Na^+ と Cl^- の影響が大きく海水起源の温泉の影響が示唆される。一方で Mg^{2+} や SO_4^{2-} は負荷量が少なかった。 SO_4^{2-} の負荷量が少なくなっていたのは、近畿・四国地方の非火山地域での特徴と考えられる。また Cl^- 、 Na^+ について海水成分に多く含まれる、 SO_4^{2-} や Mg^{2+} が少ないことから、海水の熱変性による影響が表れていることが判明した。

おわりに

今後各温泉の成分について、熱力学的な側面から分布傾向を検証する予定である。また負荷量については流量な年間を通して大きく変動することから、豊水期や渇水期での検証をしていきたい。

補 注

¹⁾ 環境省自然環境局 (2009.3.31 更新) 温泉資源の保護に関するガイドライン、環境省ホームページ
<<http://www.env.go.jp/>>, 2012.11.14 参照。